FONCTIONS STATIQUES ET D’EQUILIBRATION

I- INTRODUCTION

- Definition de L'équilibration :

« Fonction qui permet à l'être humain d'avoir conscience de la position de son corps dans l'espace et de le contrôler ».

- L'équilibration est assurée par l'action combinée de 3 types d'informations :
  - Vestibulaires (Labyrinthiques)
  - Visuelles
  - Proprioceptives

- Le système vestibulaire :

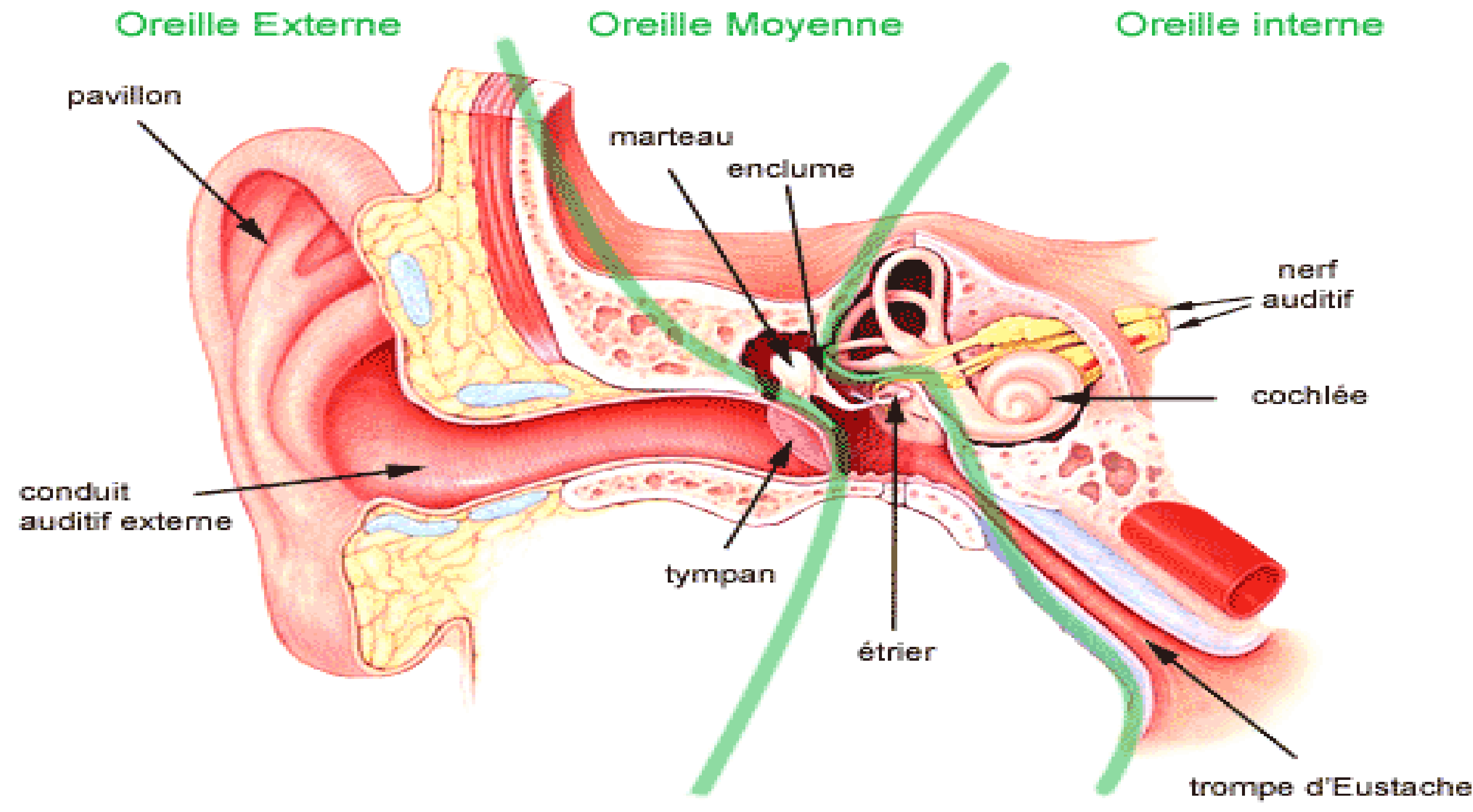
joue un rôle sensoriel important, il informe le système nerveux central sur :

- les déplacements du corps,
- la position de la tête et
- l'orientation spatiale par rapport à la pesanteur.

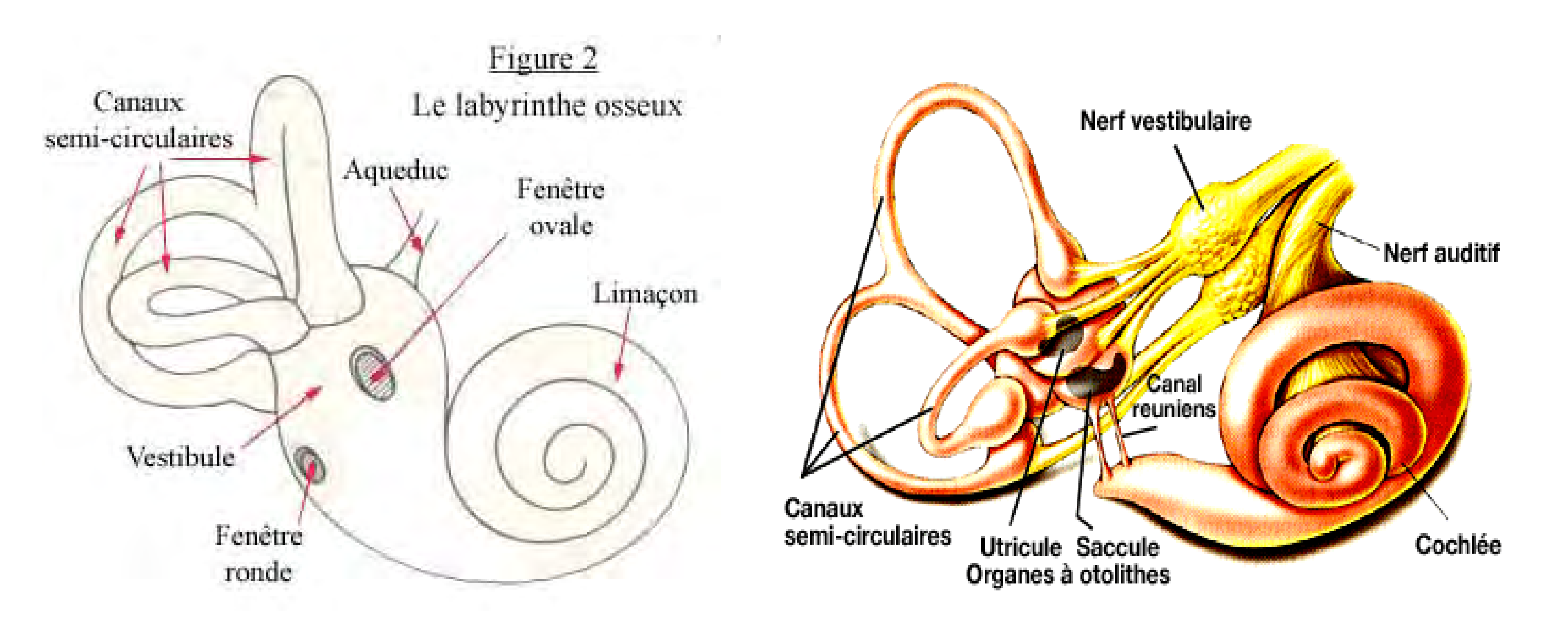
- Il possède des connexions motrices qui permettent de stabiliser le regard , la tête et la posture.

II- ANATOMIE DE L'OREILLE INTERNE

Les récepteurs sensoriels du système vestibulaire sont situés dans l'oreille interne dans le labyrinthe membraneux, celui-ci se trouve à l'intérieur du labyrinthe osseux qui est constitué de cavités creusées dans l'os temporal.

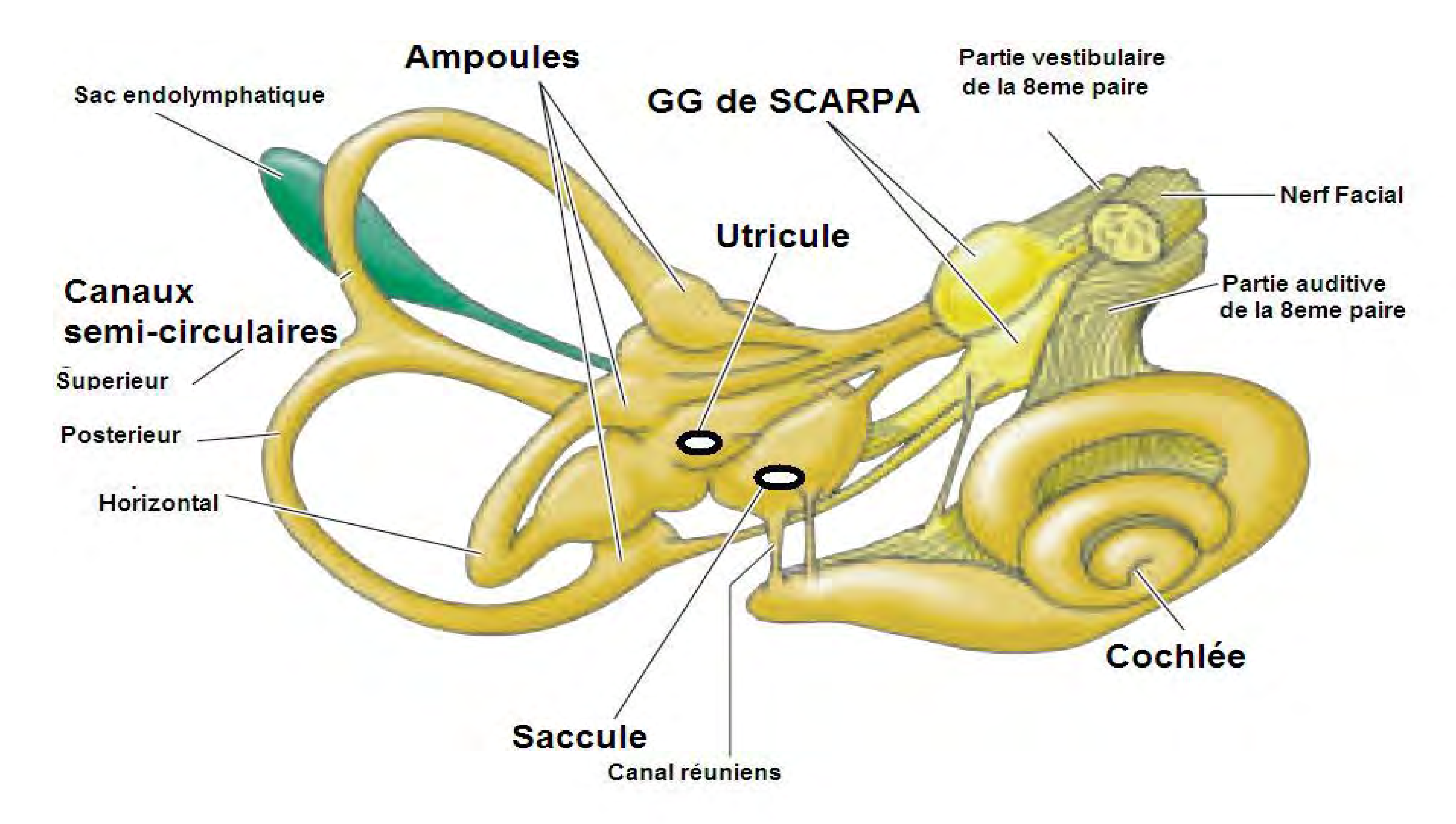


- Le labyrinthe membraneux est séparé du labyrinthe osseux par la périlymphe, il contient l'endolymphe dont la concentration en potassium (K+) est élevée.



Dans le labyrinthe membraneux on distingue 2 types d'appareils sensoriels :

- Les organes à otolithes situés dans le vestibule.
- Les organes ampullaires situés dans les canaux semi-circulaires.



1. Les organes à otolithes

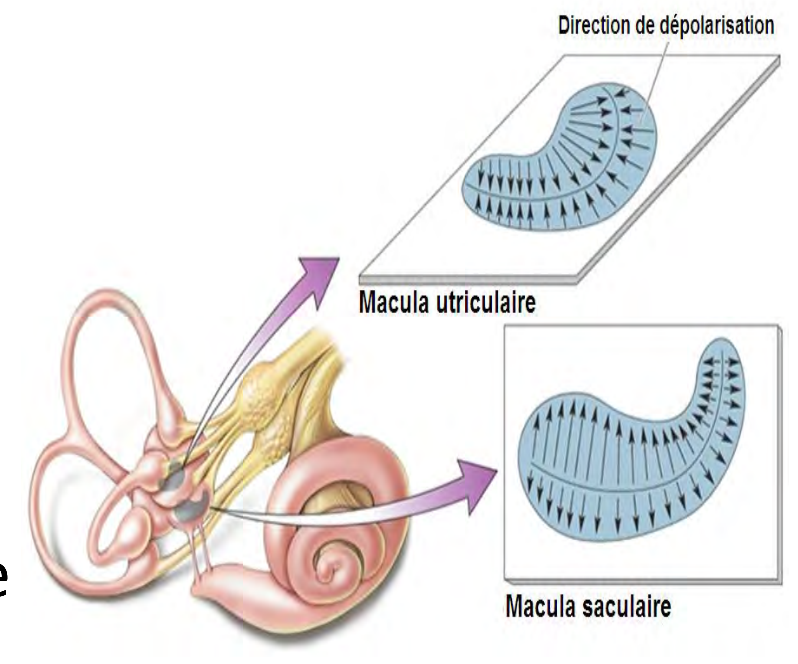
a- Le saccule :

Sac ovoïde

paroi interne verticale

recouverte d'un épithélium, sensoriel : La macula sacculaire,

constituée de cellules ciliées et de cellules de soutient



Les cils des cellules ciliées pénètrent dans une substance gélatineuse à la surface de laquelle on trouve des cristaux de carbonates de calcium appelés : otolithes ou otoconies

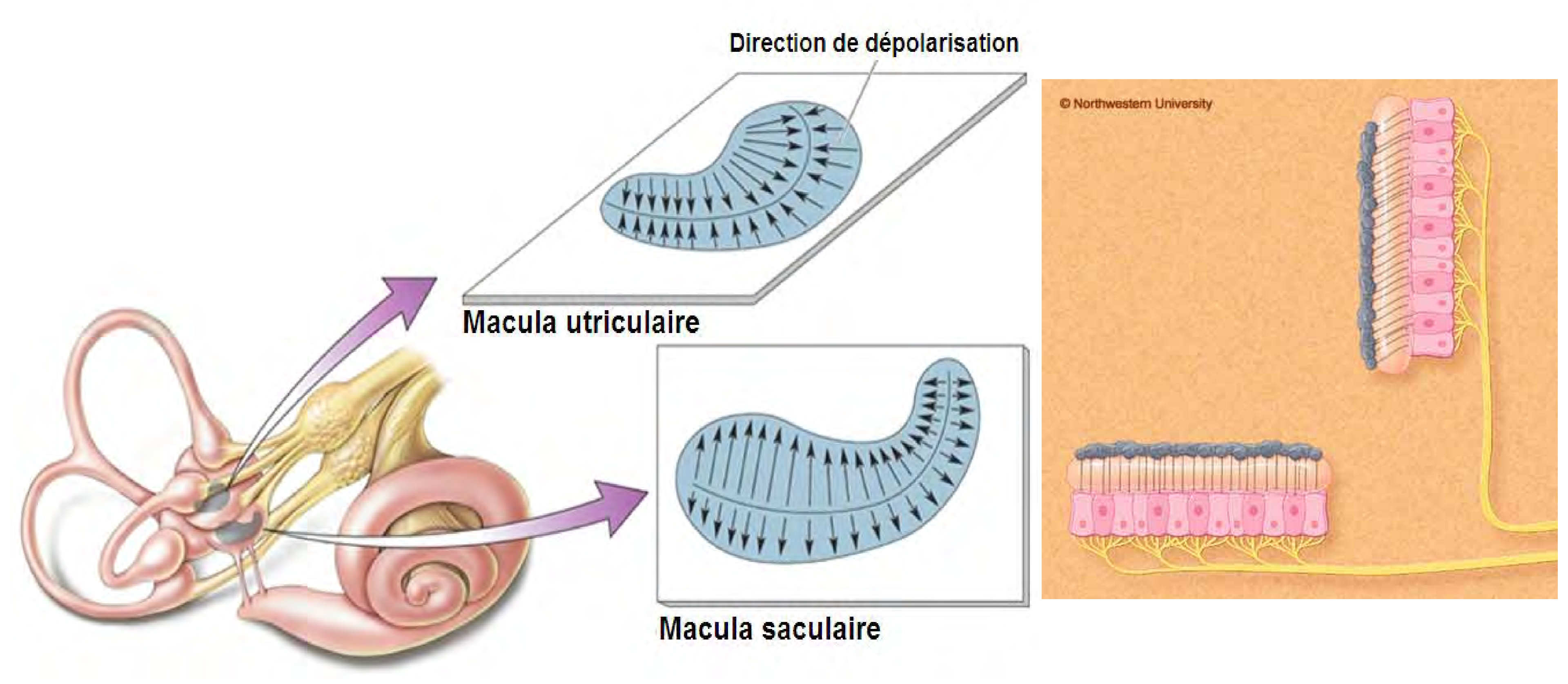


b- L'utricule :

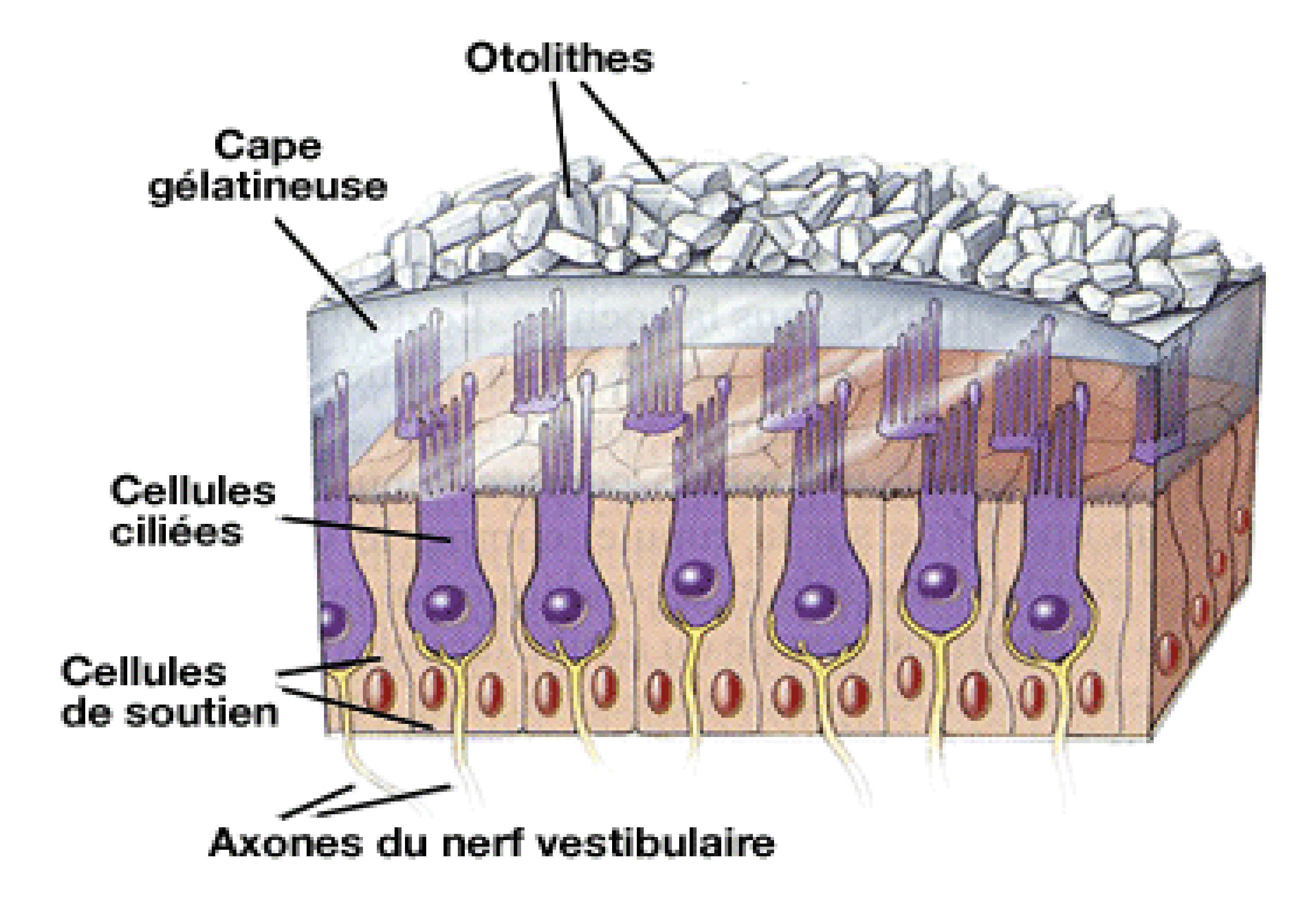
Sac ovoïde.

La macula utriculaire est horizontale, perpendiculaire à la macula sacculaire.

L'épithélium sensoriel est comparable à celui du saccule.



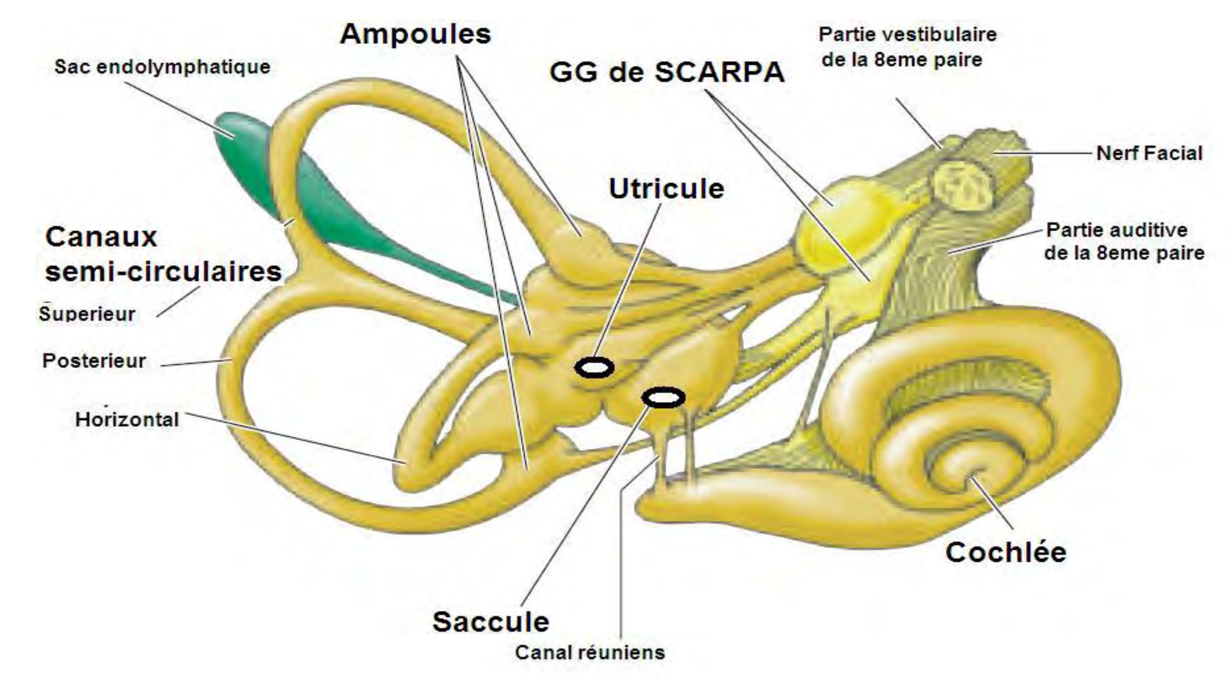
La macula = Epithélium sensoriel



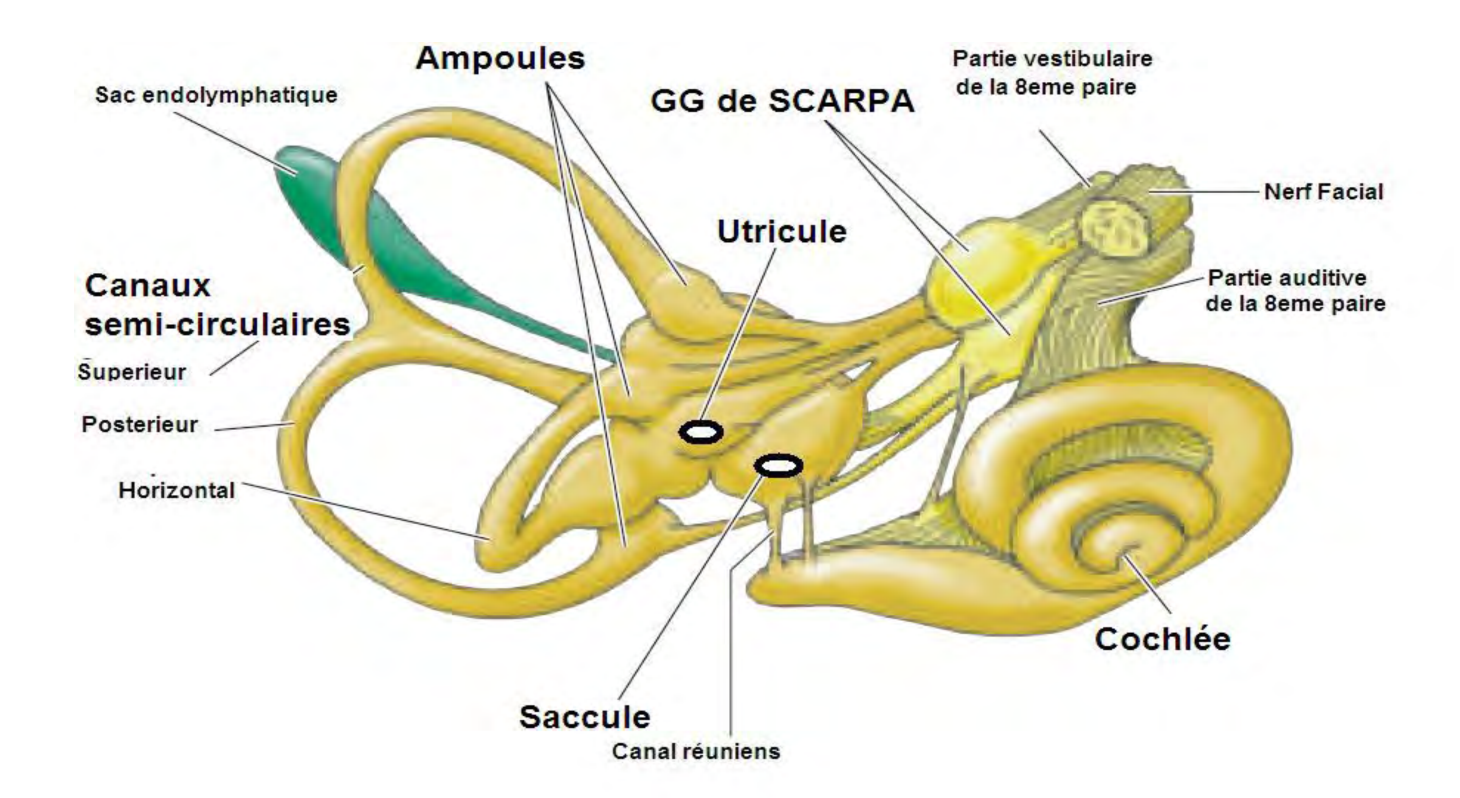
2. Les organes ampullaires :

Ils sont situés dans les renflements des canaux semi-circulaires.

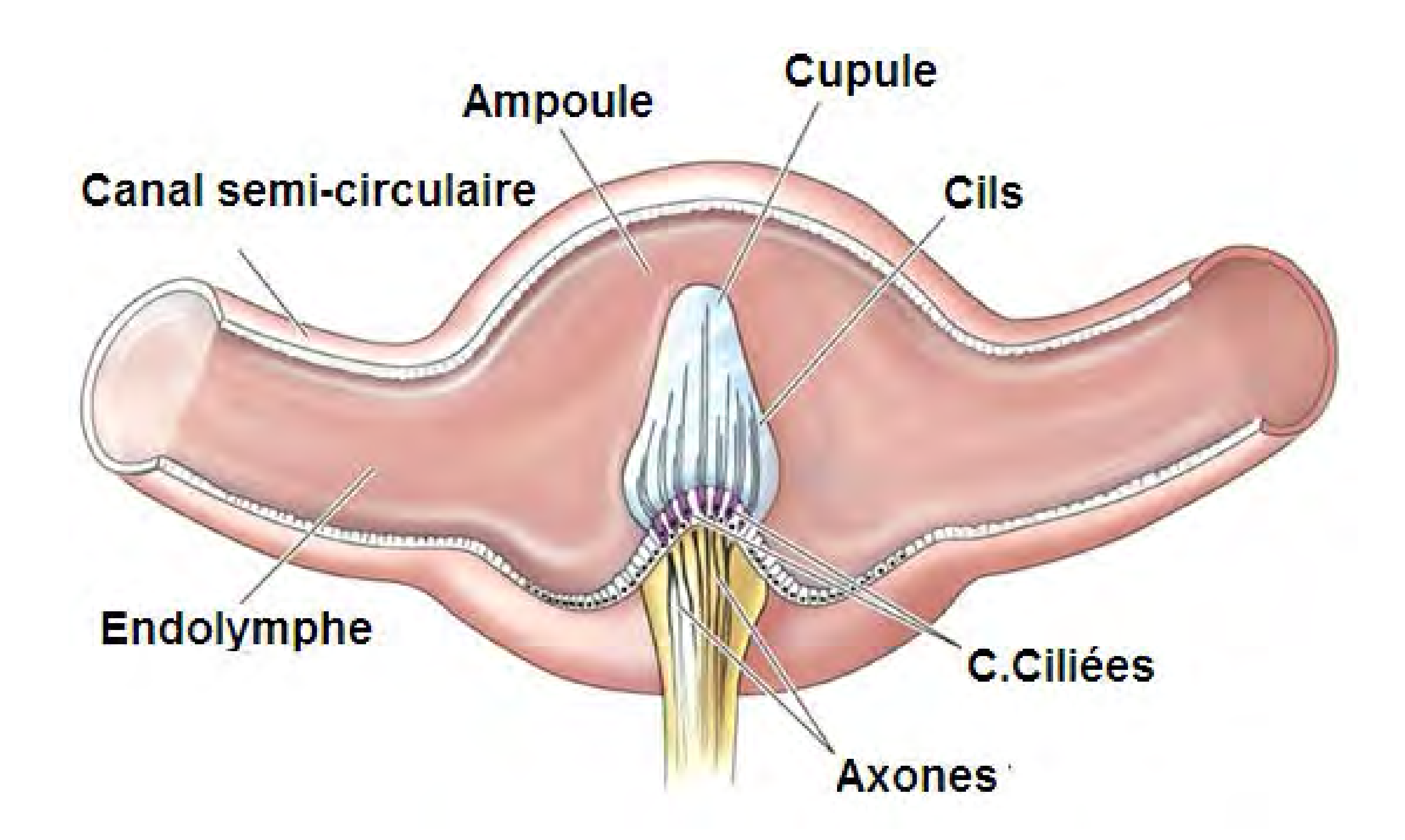
Les canaux semi-circulaires sont au nombre de 3 disposés suivant les 3 plans de l'espace, les canaux verticaux antérieur et postérieur et le canal horizontal.



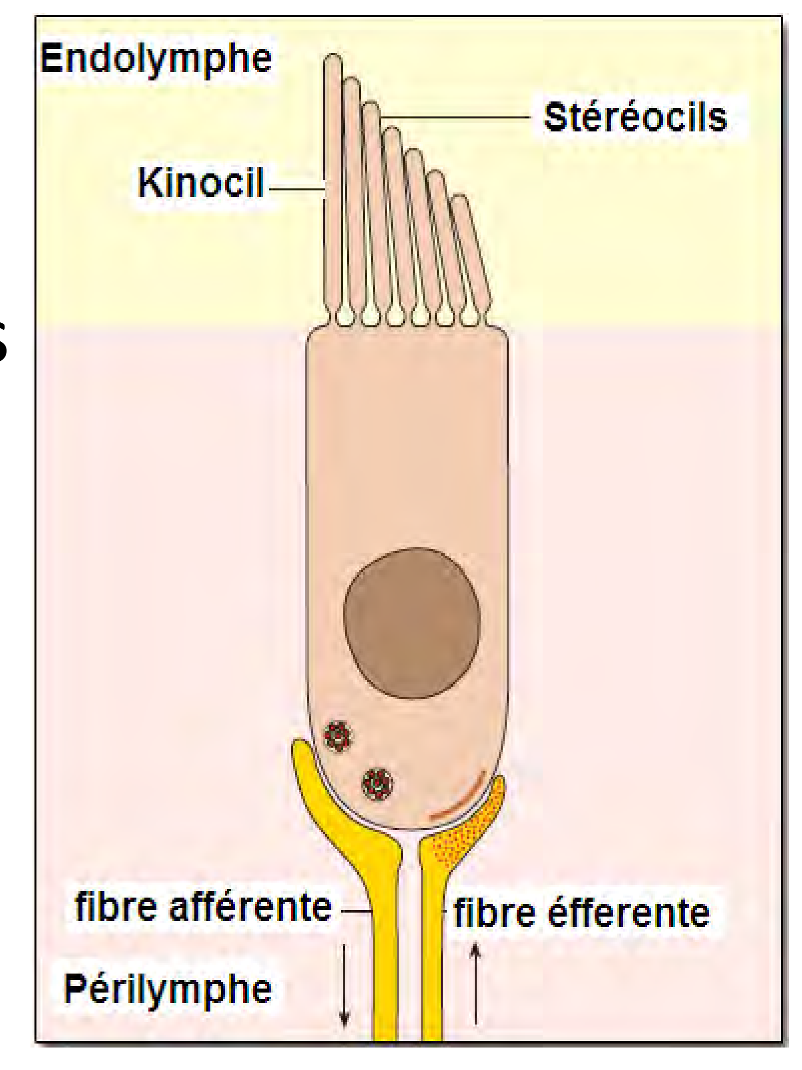
- Les extrémités dilatées de chaque canal forment l'ampoule dans laquelle se projette la crête ampullaire recouverte d'une couche de cellules ciliées.



Les cellules sensorielles ou cellules ciliées sont rassemblées dans la cupule qui est formée d'une substance gélatineuse elle-même entourée de l'endolymphe qui remplit le canal.



Les cils des cellules sensorielles sont appelés stéréocils, chaque cellule ciliée présente un cil particulier plus long que les autres appelé kinocil situé au bord de la cellule.

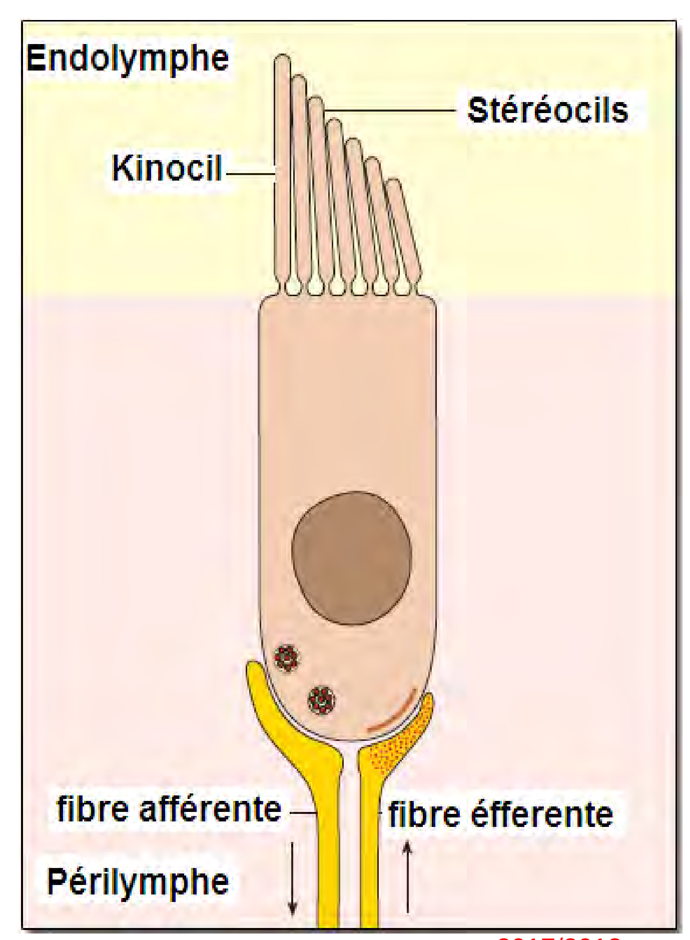


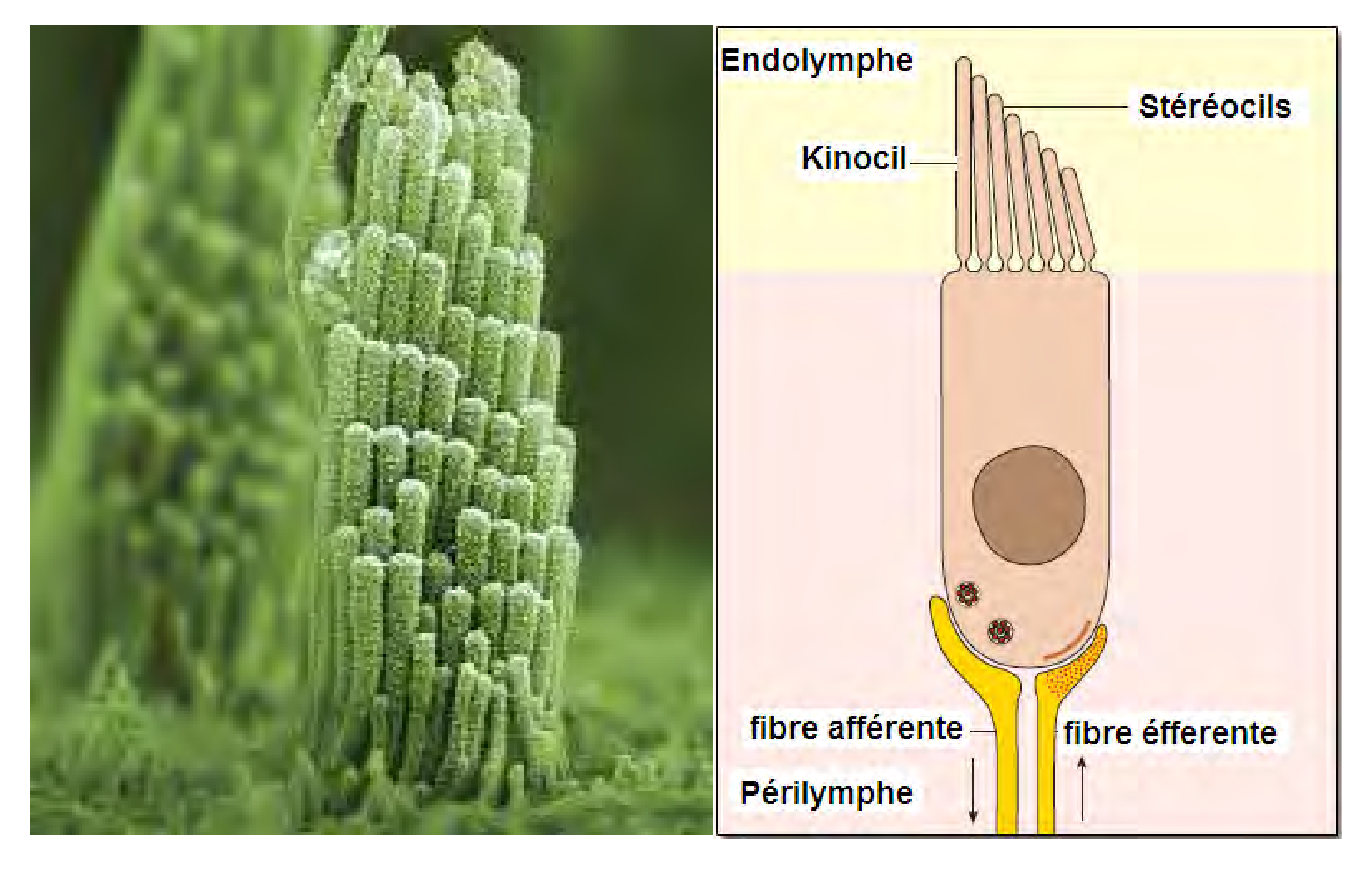
Chaque cellule ciliée possède 40-70 stéréocils.

III-PHYSIOLOGIE DE L'APPAREIL VESTIBULAIRE :

1. Polarisation des cellules sensorielles

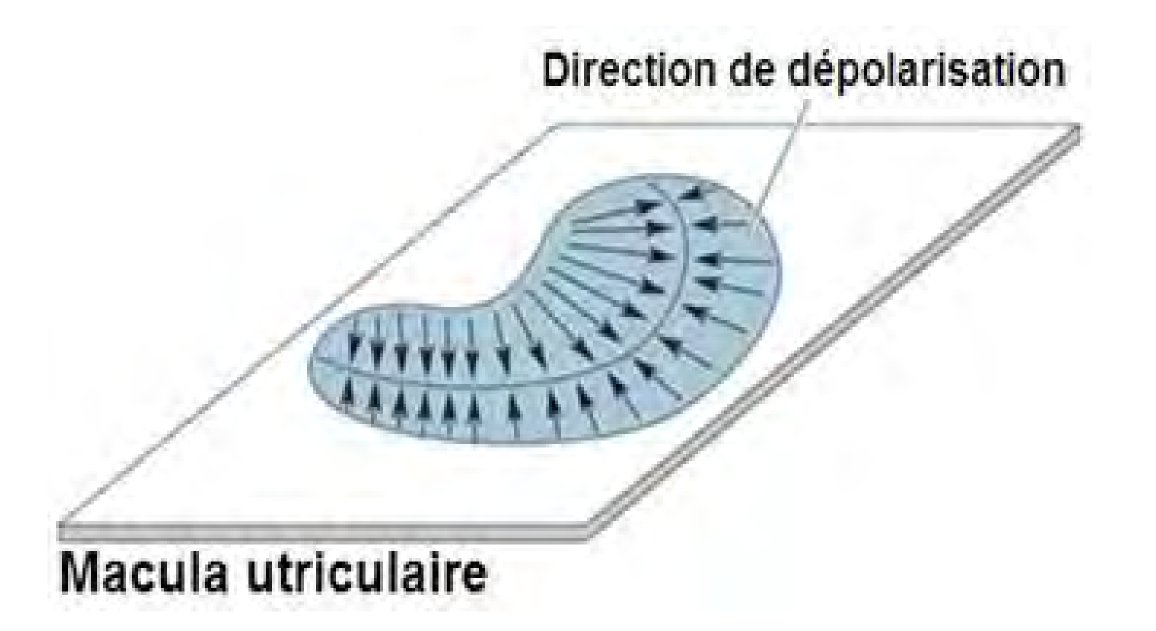
les stéréocils sont polarisés par rapport au kinocil, cela donne à chaque cellule ciliée un axe morphologique de polarité qui part du plus petit stéréocil jusqu'au kinocil.

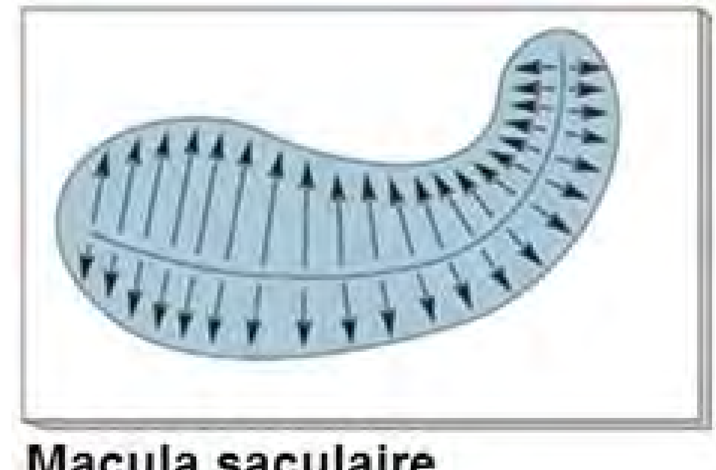




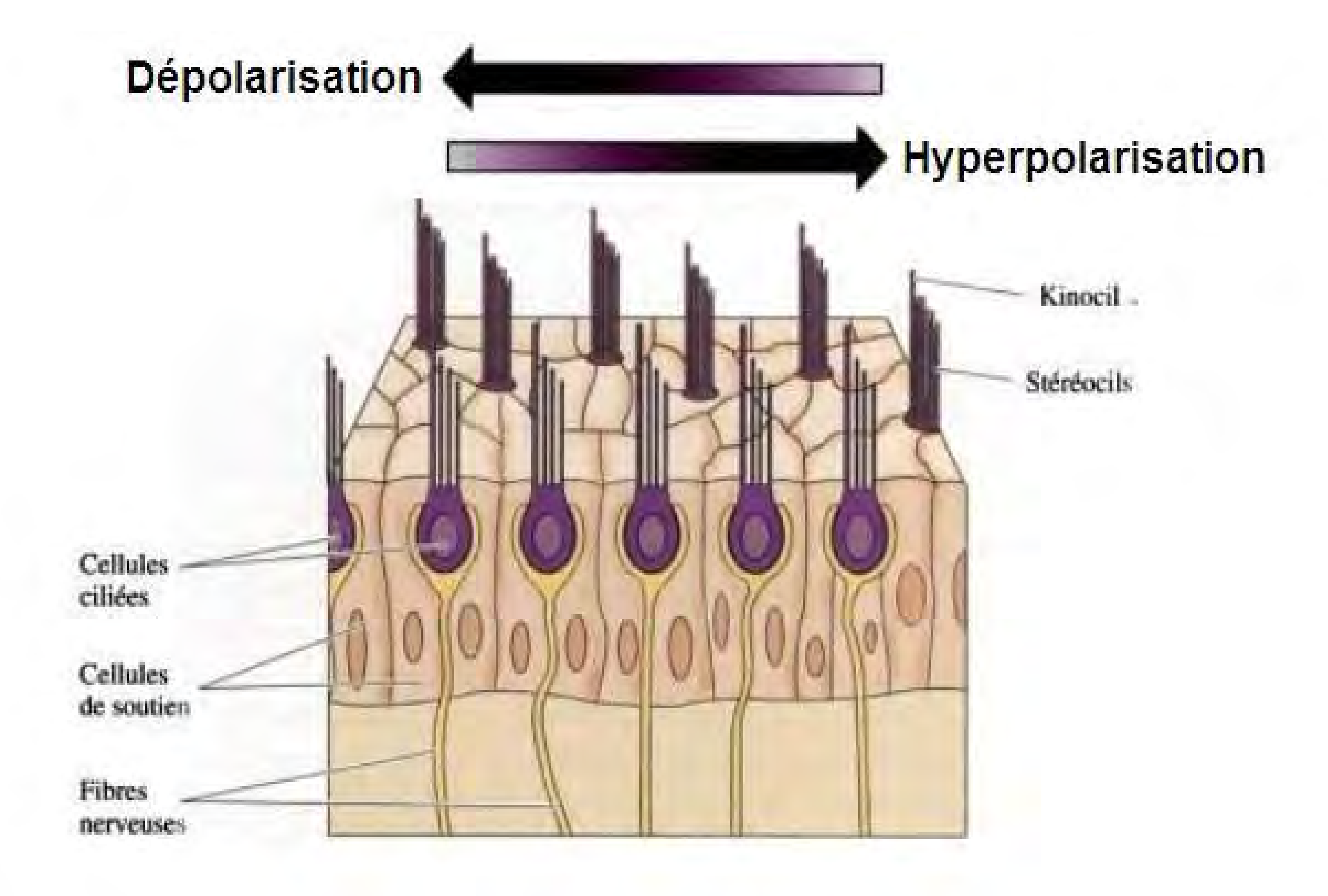
LA CELLULE CILIEE (m.e)

- La macula de l'utricule et du saccule est coupée en 2 groupes morphologiques de cellules ciliées par la striole.

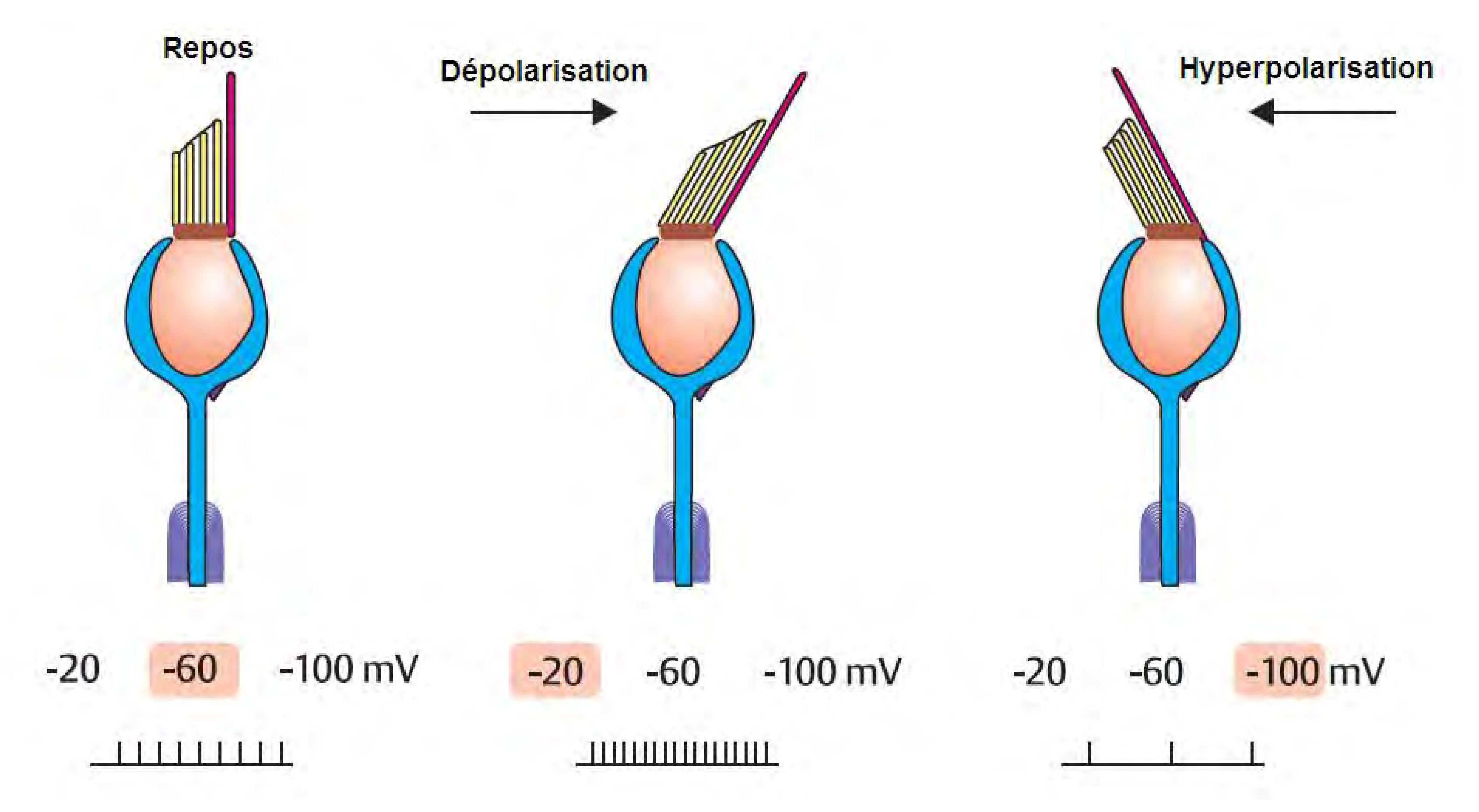




Cette disposition est importante car elle permet aux cellules ciliées de répondre différemment aux inclinaisons des cils dans différentes directions.



En l'absence de tout mouvement des stéréocils, il existe une décharge de PA dans les fibres vestibulaires afférentes, c'est-à-dire qu'il existe, même en l'absence de toute accélération, un tonus vestibulaire de base.

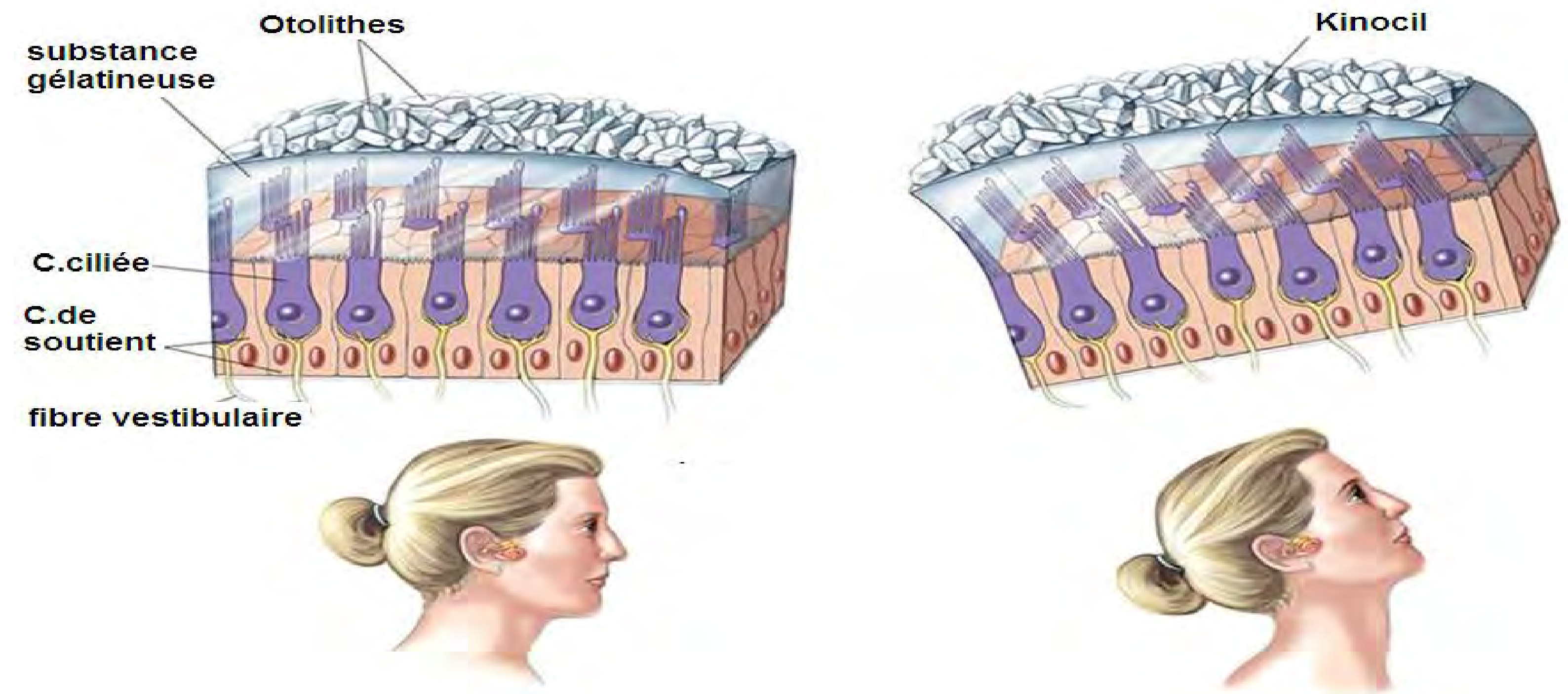


2. Modalités de stimulation des récepteurs

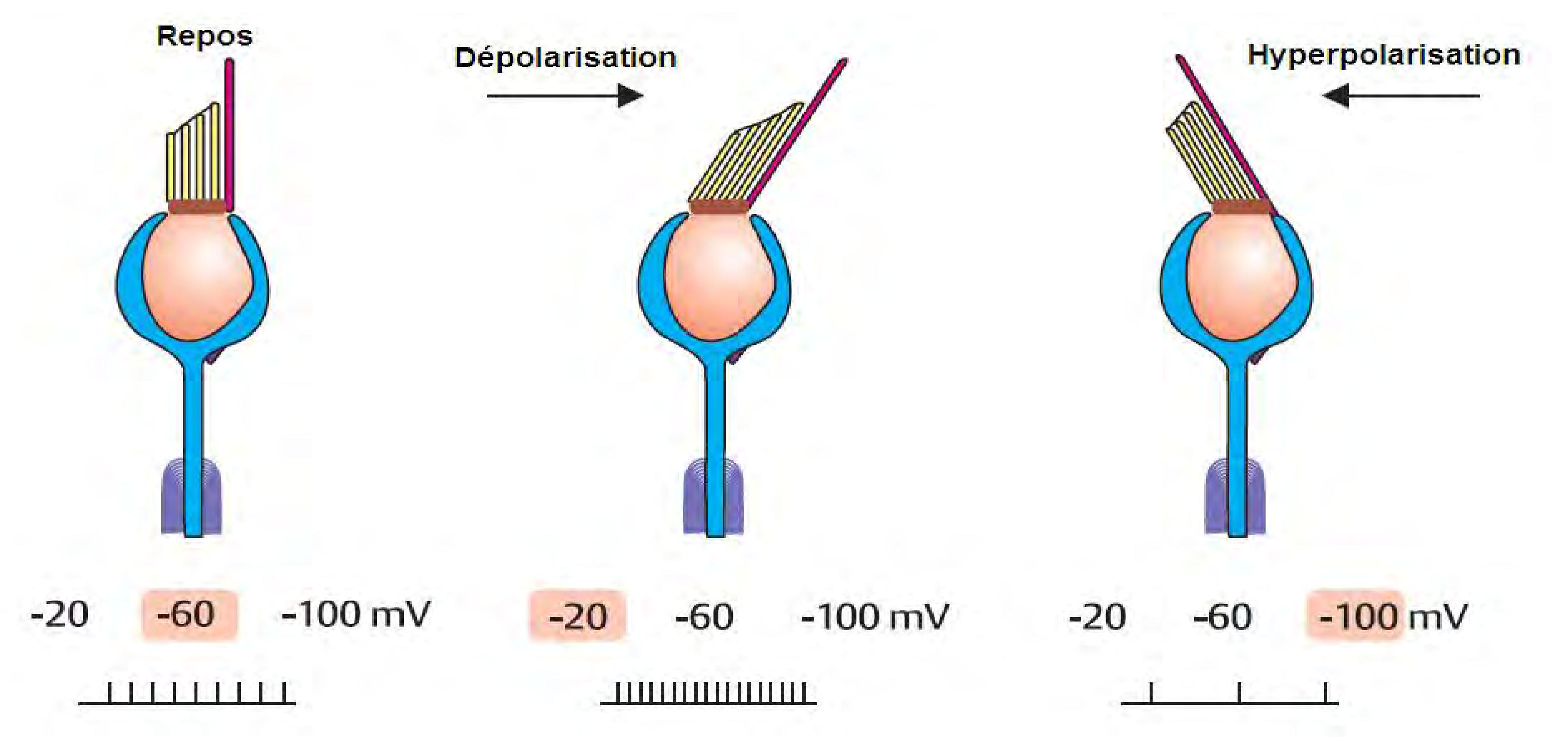
a. Stimulation des organes à otolithes.

-Le saccule et l'utricule détectent les changements de position de la tête, ils sont sensibles à l'inclinaison de la tête et aux accélérations linéaires (déplacements linéaires)

-Lorsque l'inclinaison de la tête change, une force est exercée sur les otolithes qui vont se déplacer et entraîner avec eux la substance gélatineuse produisant un mouvement des cils.



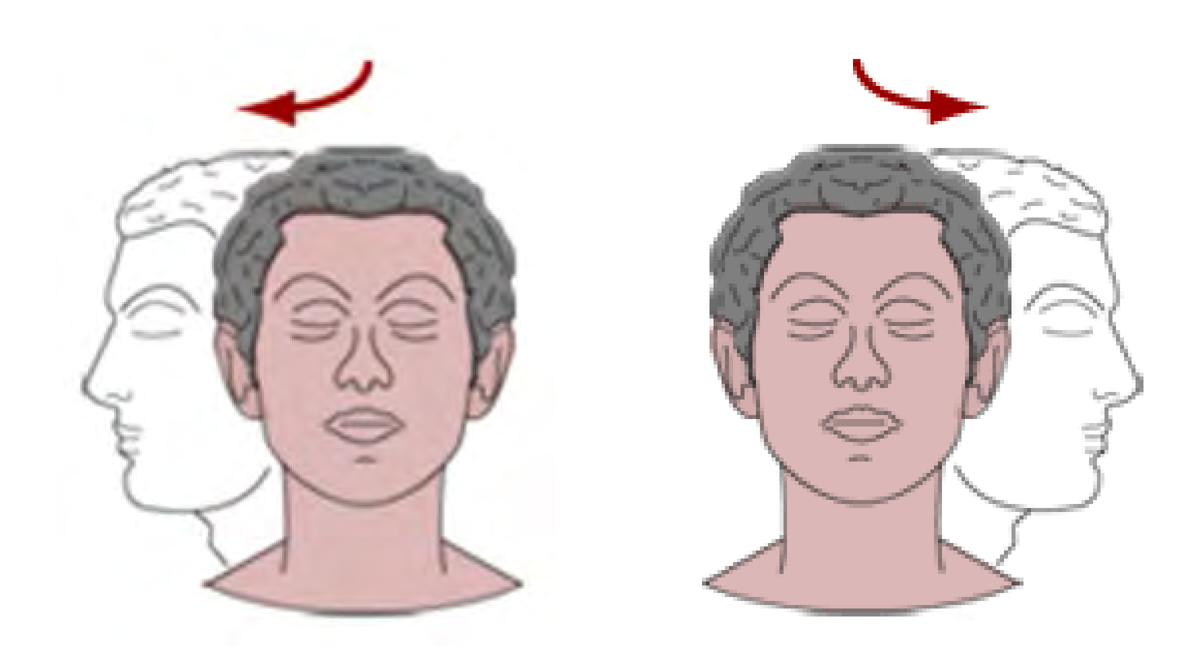
- L'inclinaison des cils vers le kinocil va produire une dépolarisation du récepteur.
- A l'inverse, le mouvement des cils dans la direction opposée à celle du kinocil se traduit par une hyperpolarisation qui inhibe le récepteur.
- Il existe suffisamment de cellules ciliées dans chaque macula pour couvrir la plupart des directions.

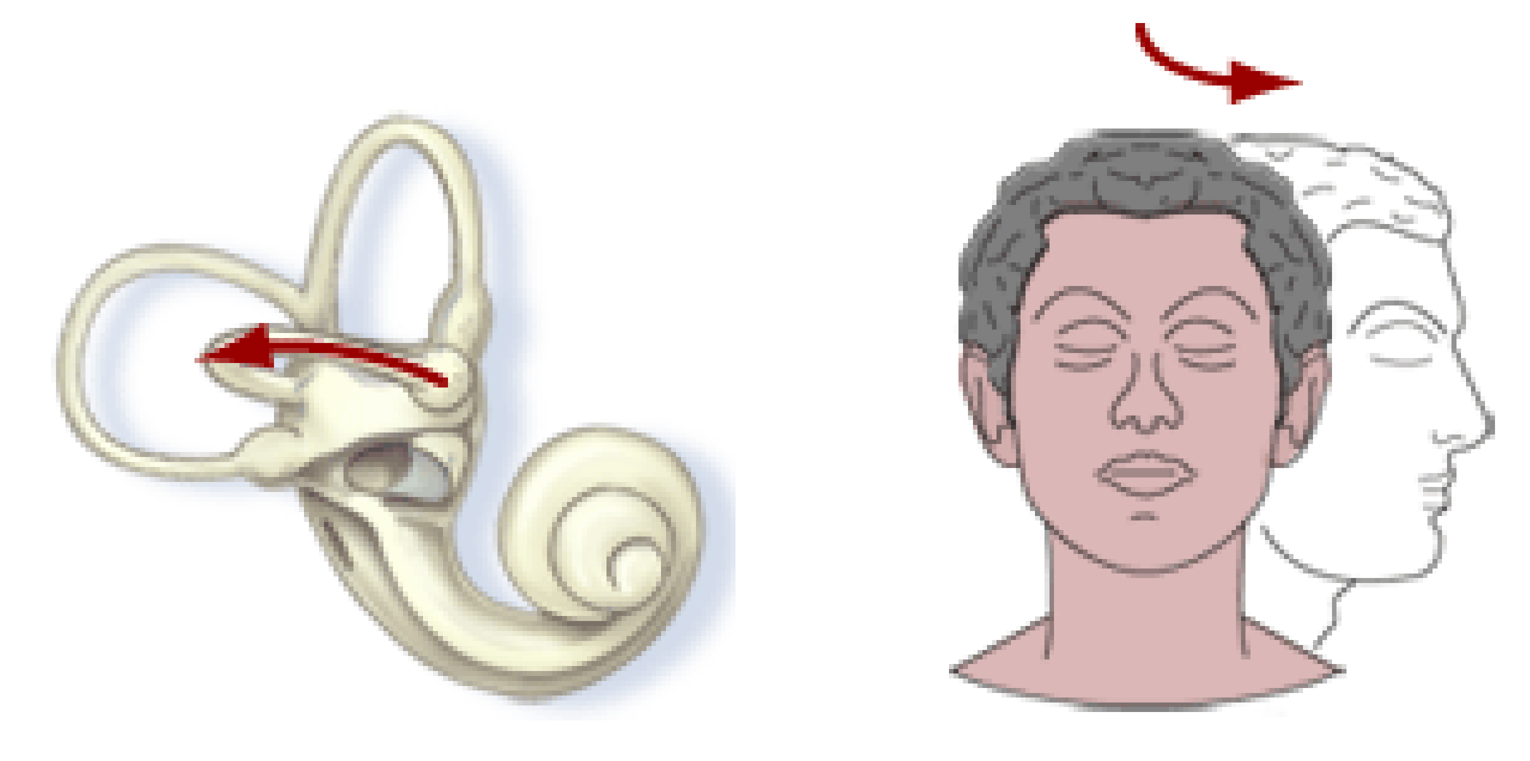


b. Stimulation des organes ampullaires :

Les canaux semi-circulaires sont sensibles aux accélérations angulaires.

Lors d'un mouvement de rotation de la tête, le canal tourne autour de son axe tandis que l'endolymphe se déplace dans la direction opposée, elle exerce alors une force sur la cupule.

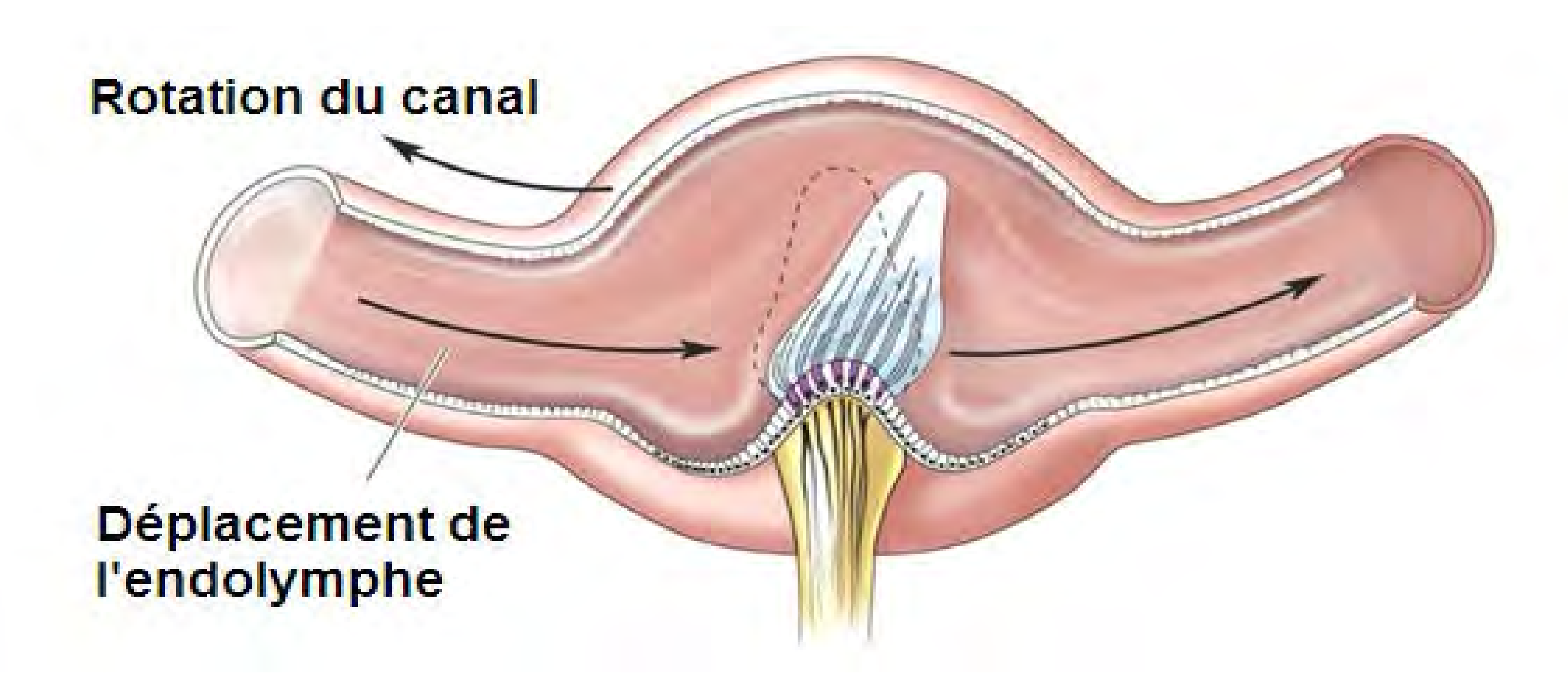




Lors de l'accélération angulaire de la tête dans le plan des canaux horizontaux, ici vers la gauche (flèche), le mouvement relatif de l'endolymphe se fait dans la direction opposée.

ex: flèche rouge dans le labyrinthe droit.

- Cette force courbe la cupule qui va déplacer les cils ce qui en fonction du mouvement va stimuler ou au contraire inhiber les cellules ciliées et agir sur la libération du neurotransmetteur au niveau du nerf vestibulaire.



Il apparaît donc que l'appareil vestibulaire a 2 fonctions essentielles, statique et dynamique

Organes ampullaires:

→ Fonction dynamique :

- Renseignent sur la rotation de la tête
- Rôle dans la coordination des mouvements des yeux, grâce aux réflèxes vestibulaires

Organes à otolithes:



Fonction dynamique:

- Renseignent sur les accélérations linéaires.



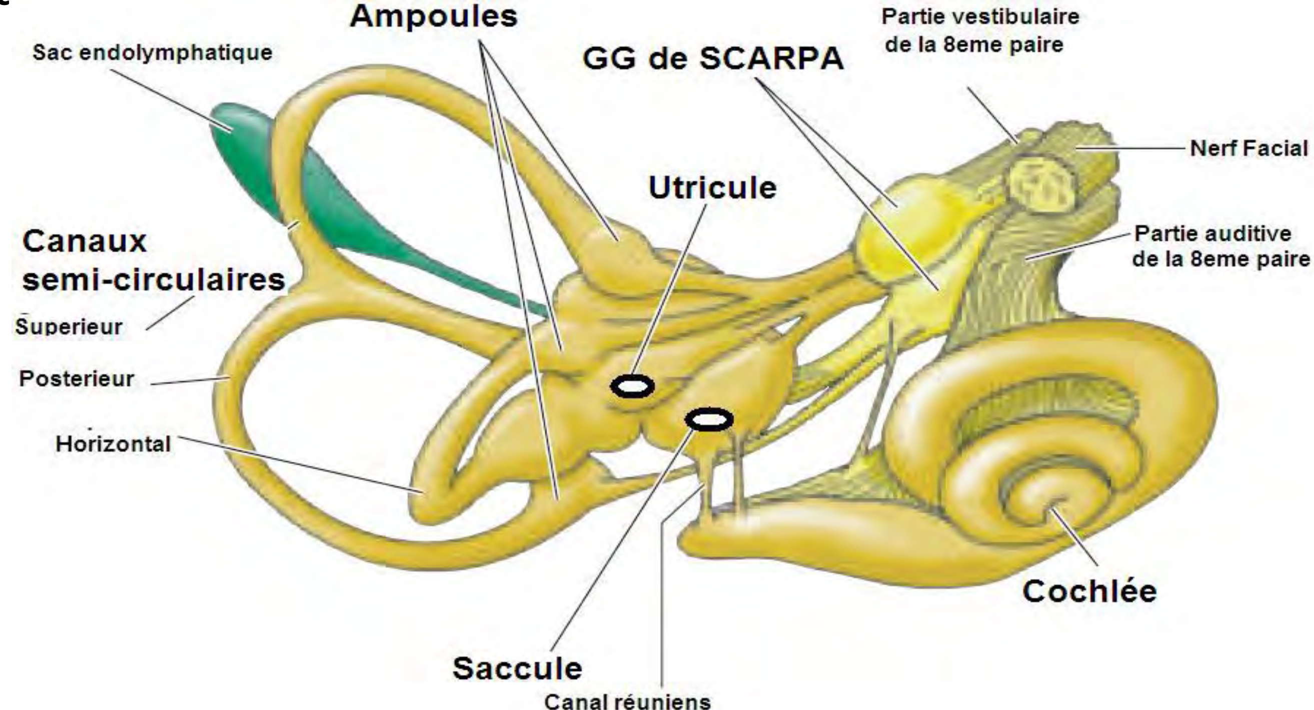
Fonction statique:

- Renseignent sur la position de la tête dans l'espace à un instant donné.

IV-Les voies vestibulaires centrales :

Les cellules sensorielles reçoivent les terminaisons du nerf vestibulaire (8e paire de nerfs crâniens) dont les corps cellulaires sont situés dans le ganglion de Scarpa.

Il existe 20000 neurones dans chaque ganglion (supérieur et inférieur), ces neurones sont bipolaires : l'axone périphérique innerve la cellule ciliée, l'axone central se termine dans les noyaux vestibulaires.

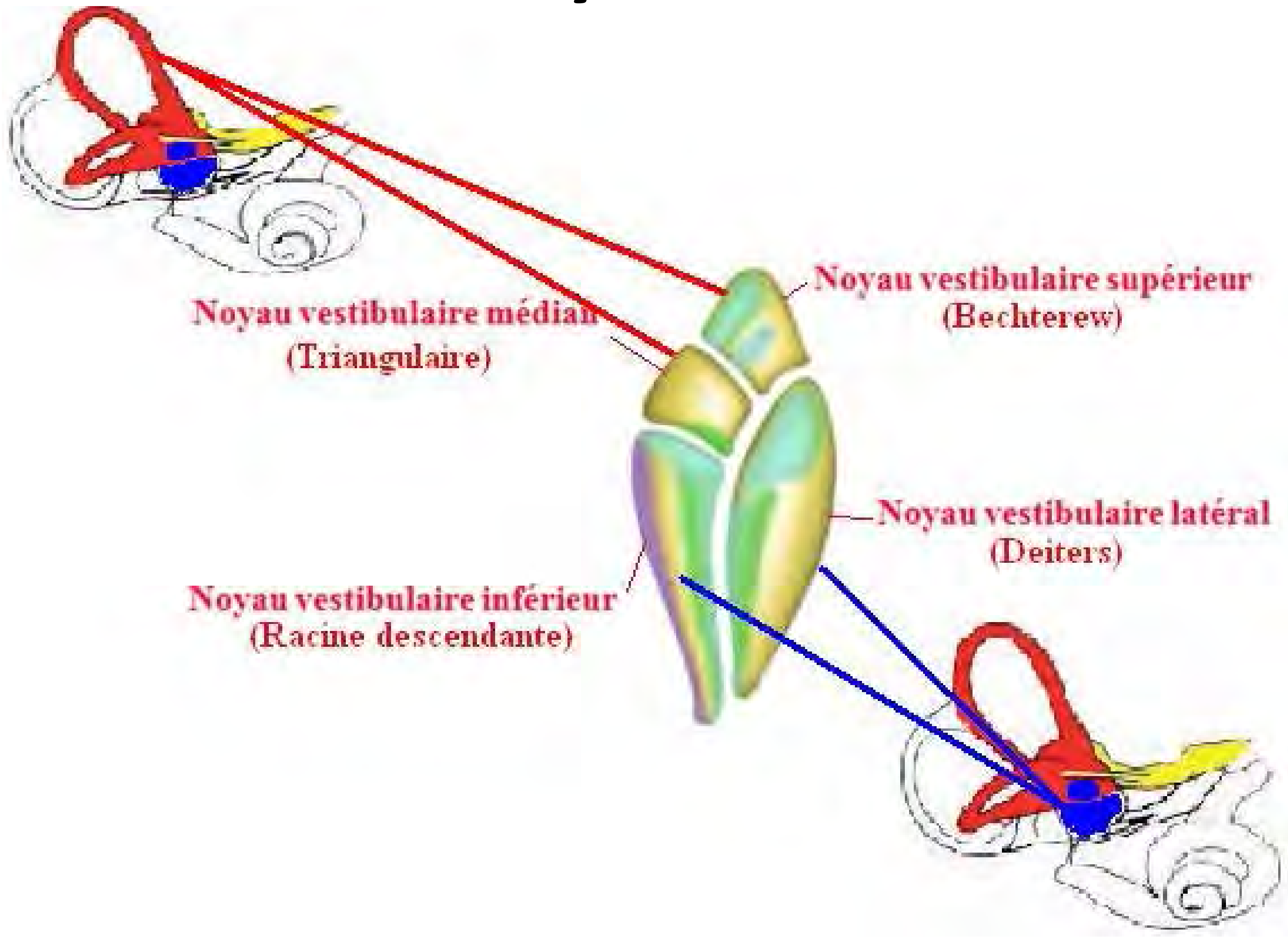


Les axones du nerf vestibulaire se projettent sur les noyaux vestibulaires au niveau du tronc cérébral.

Les fibres vestibulaires se terminent au niveau de 4 noyaux vestibulaires primaires :

- noyau vestibulaire supérieur (Bechterew)
- noyau vestibulaire inferieur (racine descendante)
- noyau vestibulaire latéral (Deiters)
- noyau vestibulaire médian (triangulaire)

Les noyaux vestibulaires

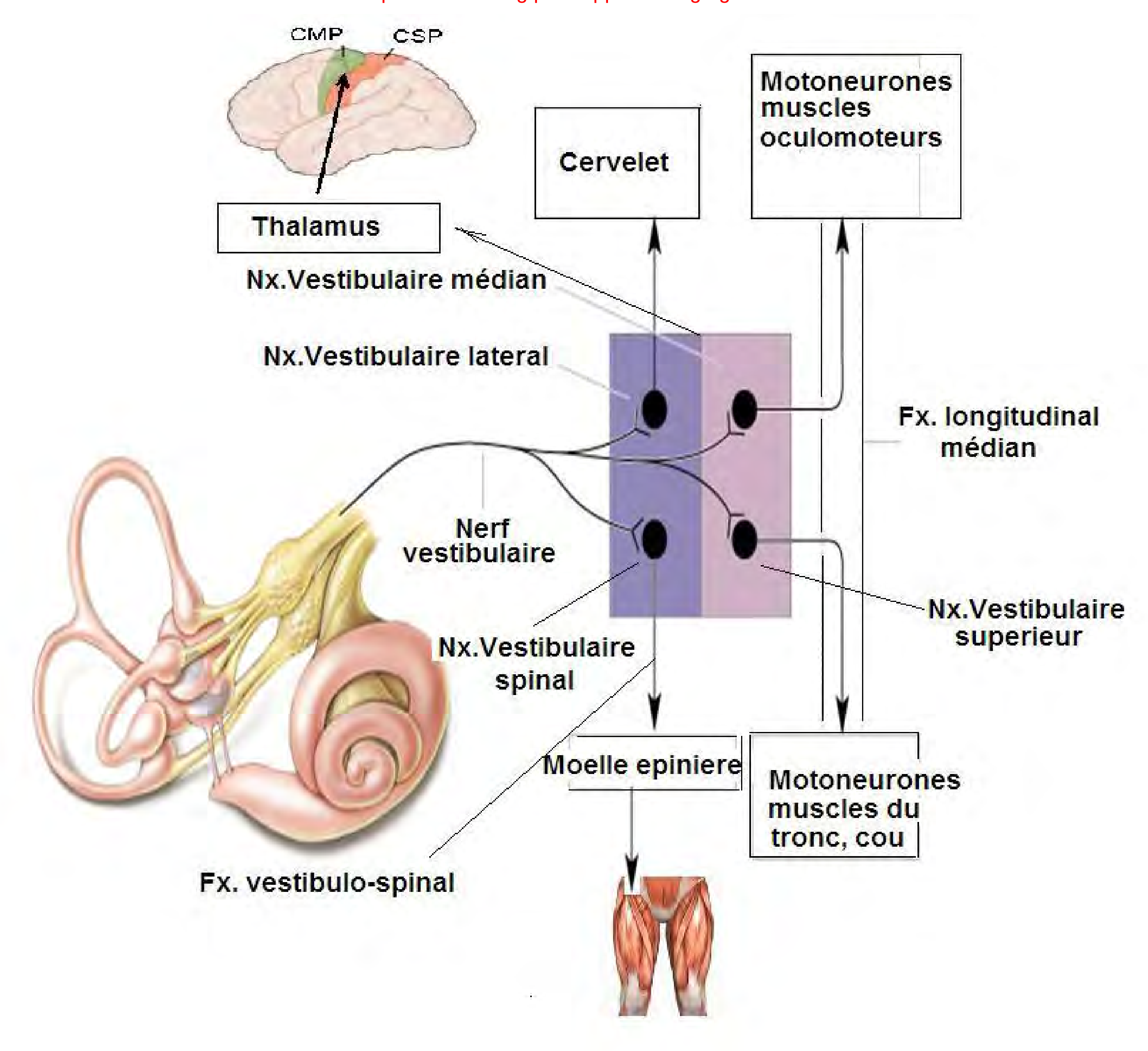


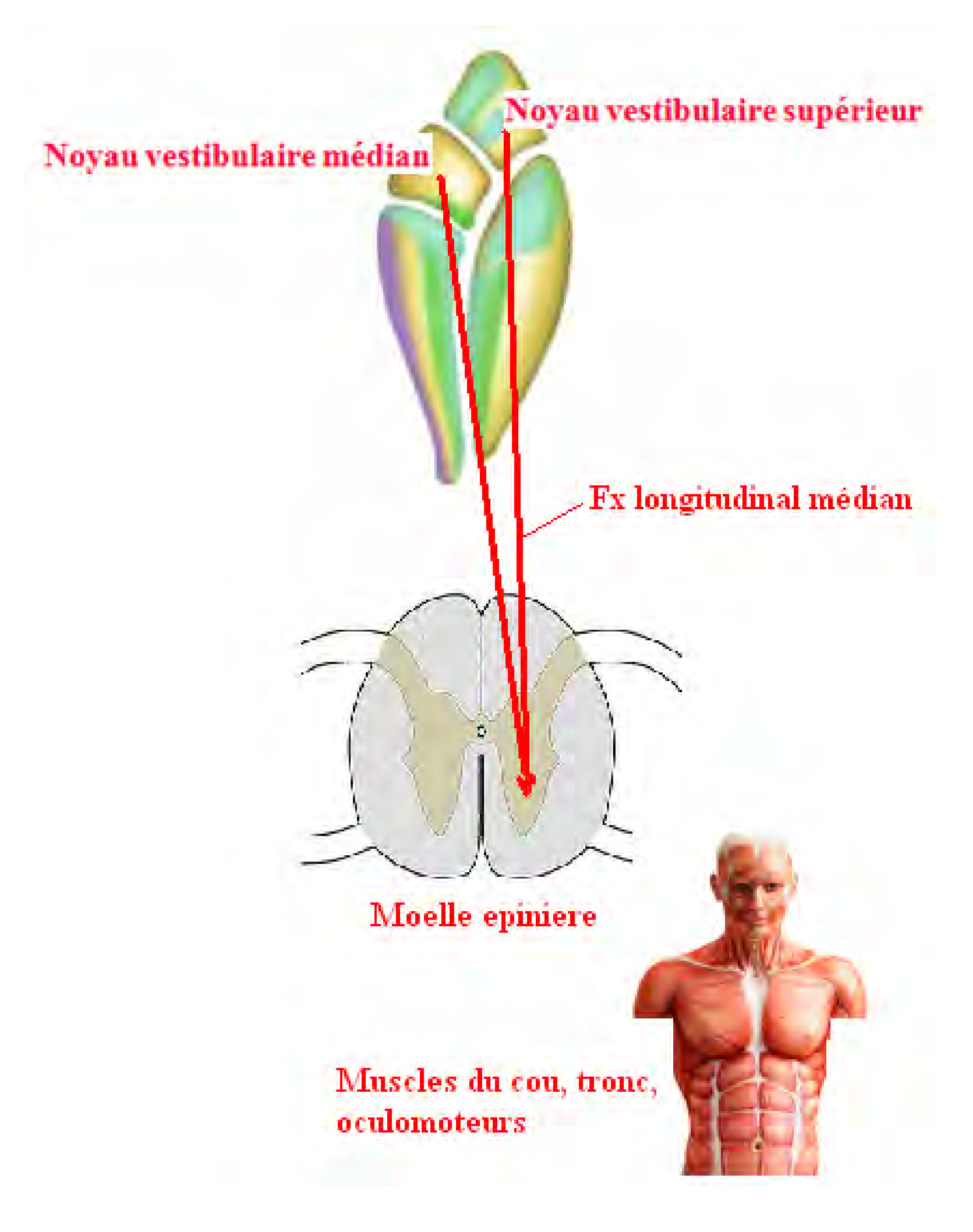
- Les noyaux vestibulaires médian et supérieur :
- reçoivent des axones à partir des organes ampullaires
- projette à travers le faisceau longitudinal médian vers les motoneurones des muscles du tronc, du cou et des muscles oculomoteurs.
- Ils participent au maintient de la position de la tête et du cou.

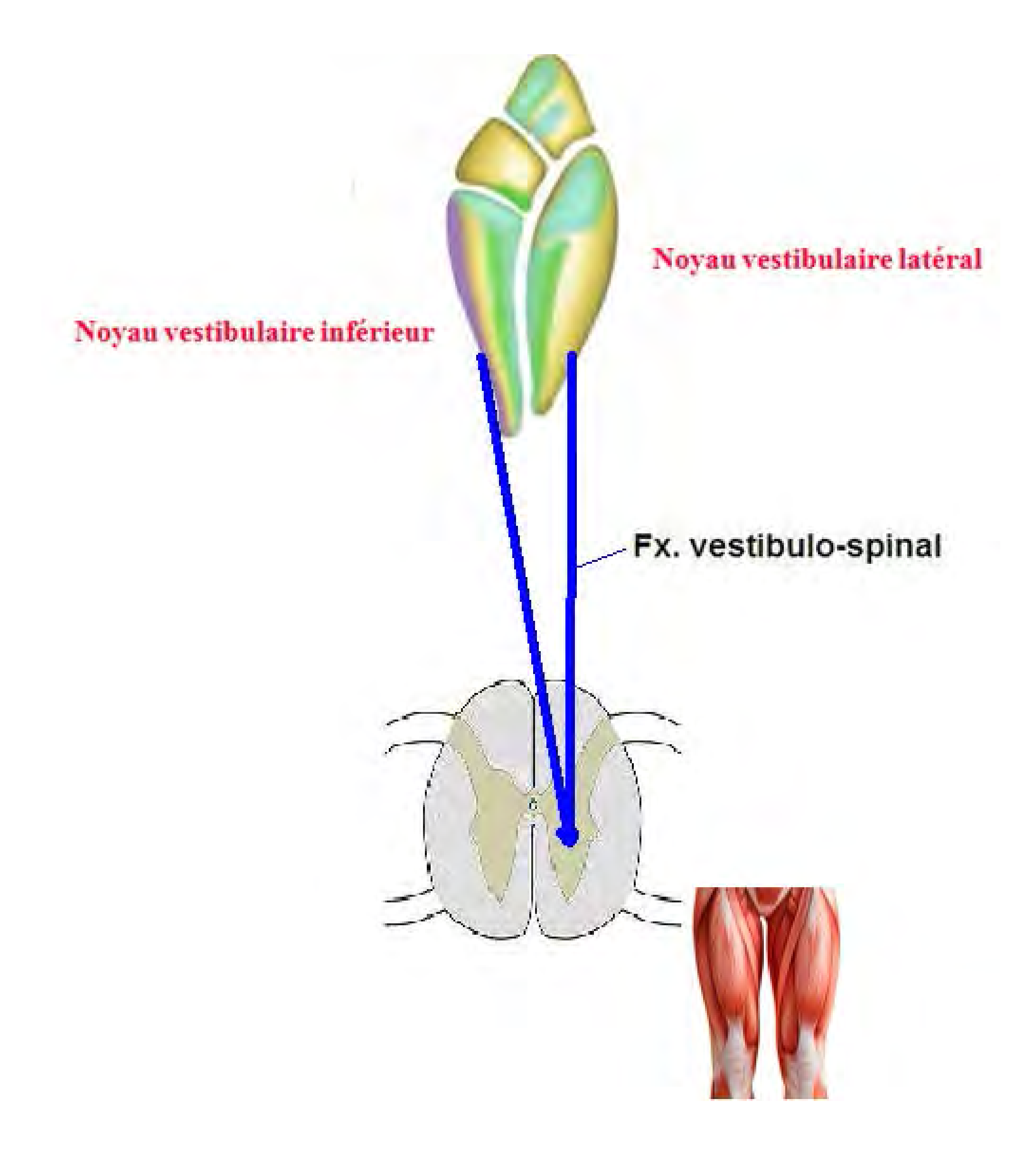
- Les noyaux vestibulaires latéral et vestibulaire inferieur :

- Reçoivent des axones à partir :
  - Des organes à otolithes
  - Des organes ampullaires

- Projettent :
  - Moelle épinière à travers le faisceau vestibulo-spinal sur les motoneurones des muscles des membres inférieurs, ils jouent donc un rôle essentiel dans le maintient de la posture.


CMP
CSP
Thalamus
Cervelet
Motoneurones muscles oculomoteurs
Nx.Vestibulaire médian
Nx.Vestibulaire lateral
Fx. longitudinal médian
Nerf vestibulaire
Nx.Vestibulaire superieur
Nx.Vestibulaire spinal
Moelle epiniere
Motoneurones muscles du tronc, cou
Fx. vestibulo-spinal


Noyau vestibulaire supérieur
Noyau vestibulaire médian
Fx longitudinal médian
Moelle epiniere
Muscles du cou, tronc,
oculomoteurs


Noyau vestibulaire latéral
Noyau vestibulaire inférieur
Fx. vestibulo-spinal

- Les noyaux vestibulaires projettent aussi vers :

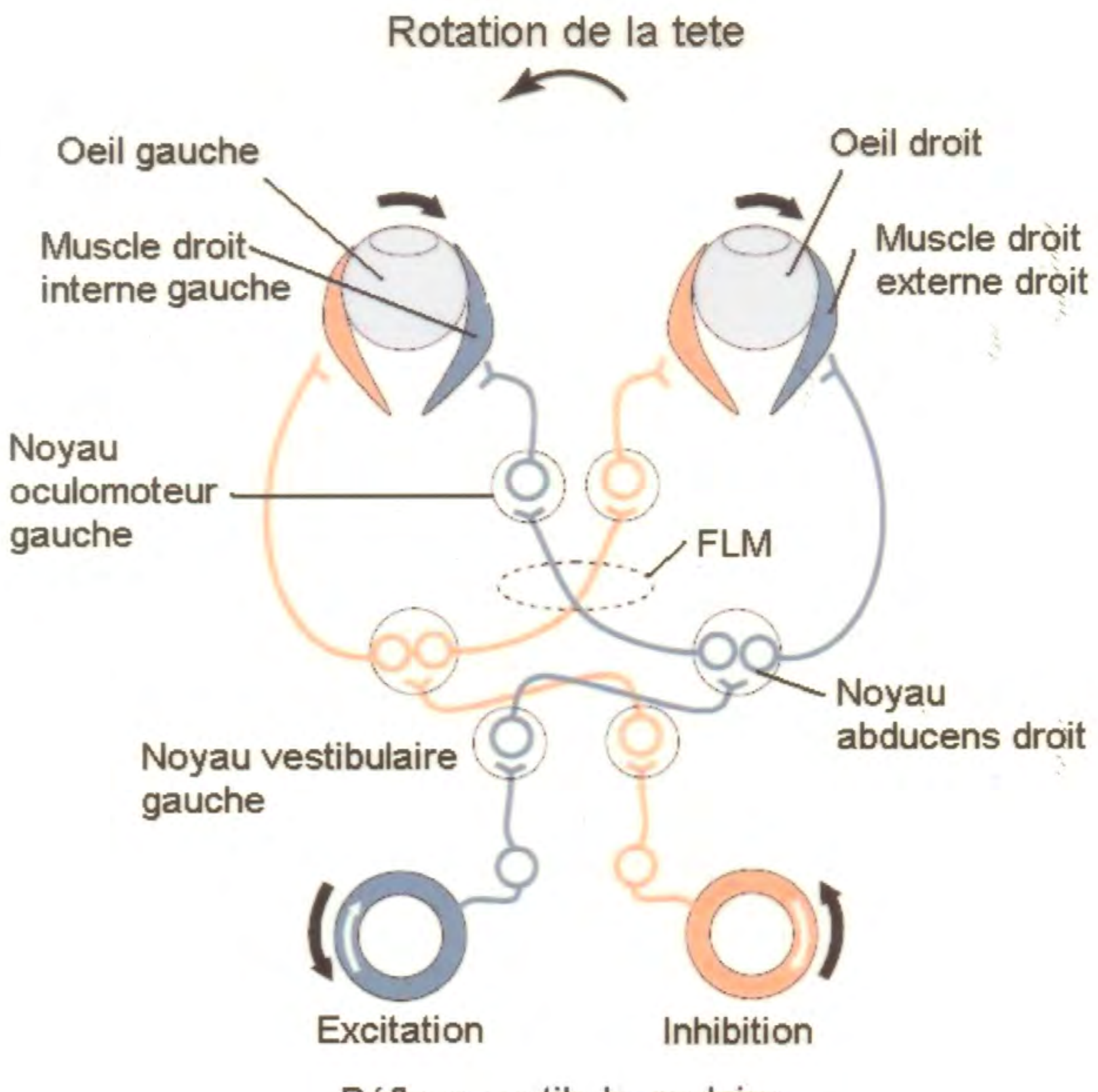
  - le cervelet
  - Le thalamus et de la vers
    - le cortex somesthésique primaire et
    - le cortex moteur primaire

- permettent l'intégration des informations liées aux mouvements du corps, de la tête et des yeux ainsi que des scènes visuelles.

V- Le Réflexe vestibulo-oculaire :

Le RVO sert à maintenir le regard dans la direction de la cible lors des mouvements de la tête.

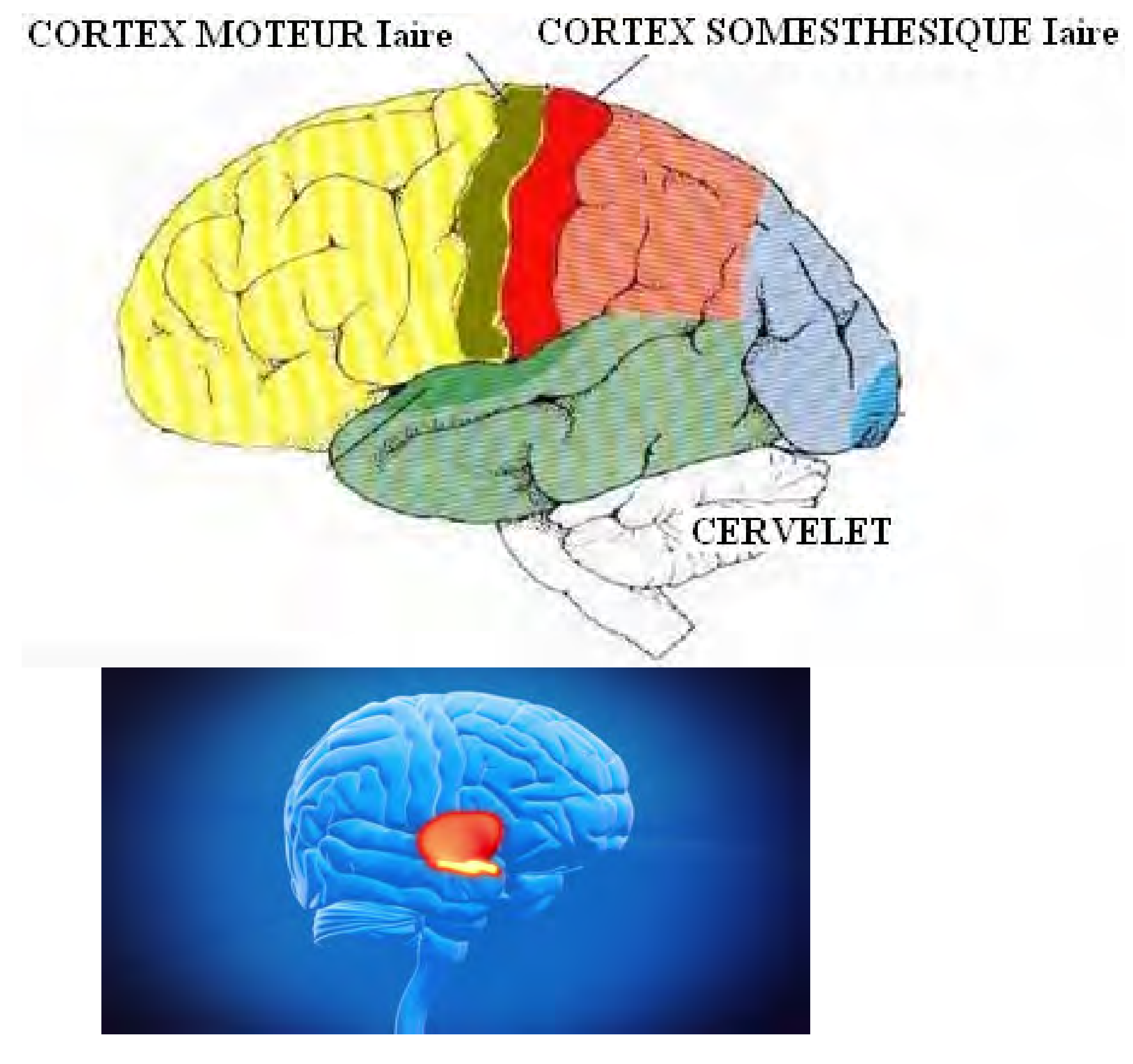
Mouvement réflexe des yeux qui stabilise les images sur la rétine en produisant un mouvement des yeux dans la direction opposée au mouvement de la tête, préservant ainsi l'image au centre du champ visuel.



Réflexe vestibulo-oculaire

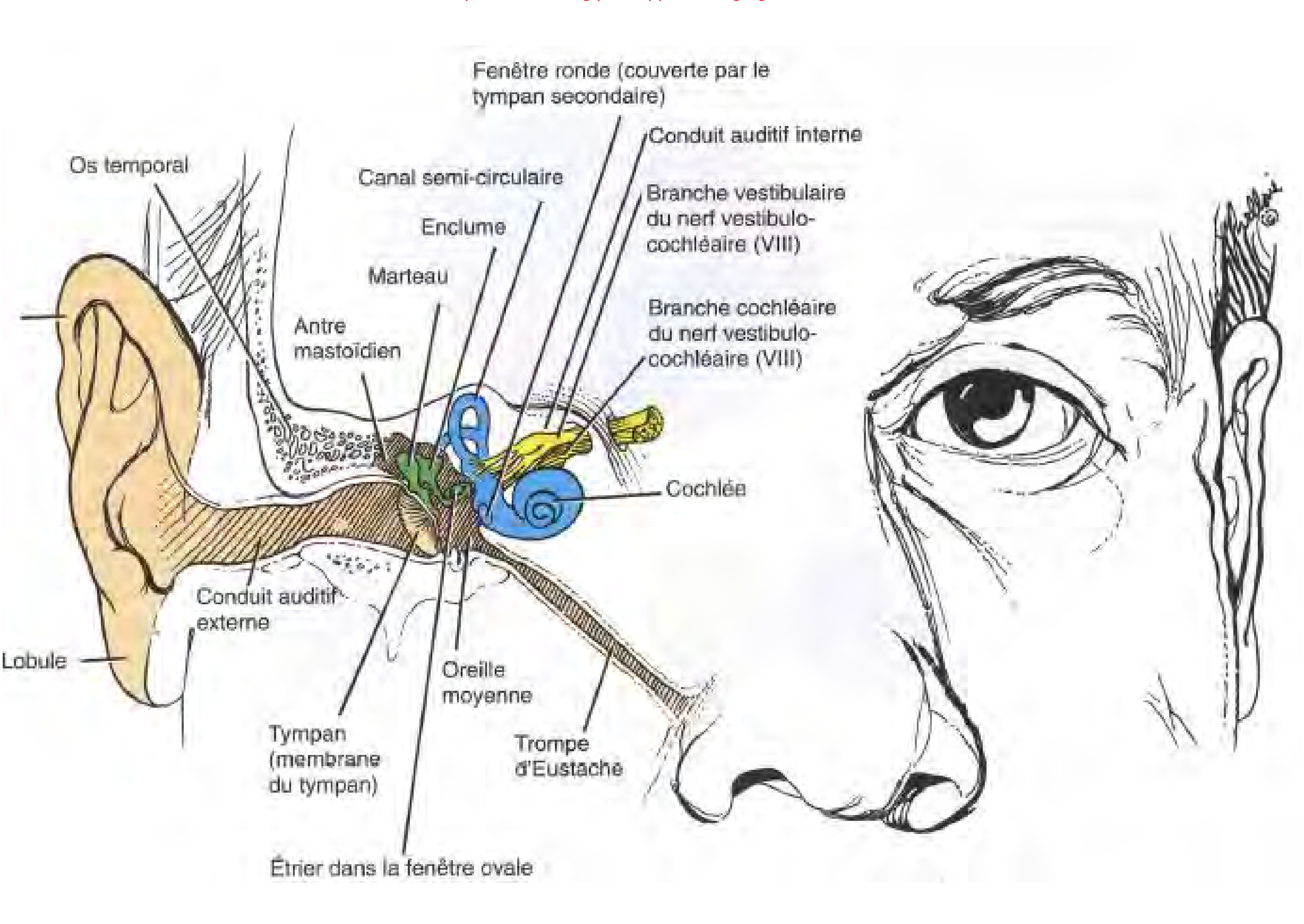
- Rotation de la tête vers la gauche
- Stimulation du canal semi-circulaire horizontal gauche
- Stimulation du noyau vestibulaire gauche
- Stimulation du noyau abducens (noyau crânien du VI) controlatéral
- Contraction du muscle droit externe de l’œil droit

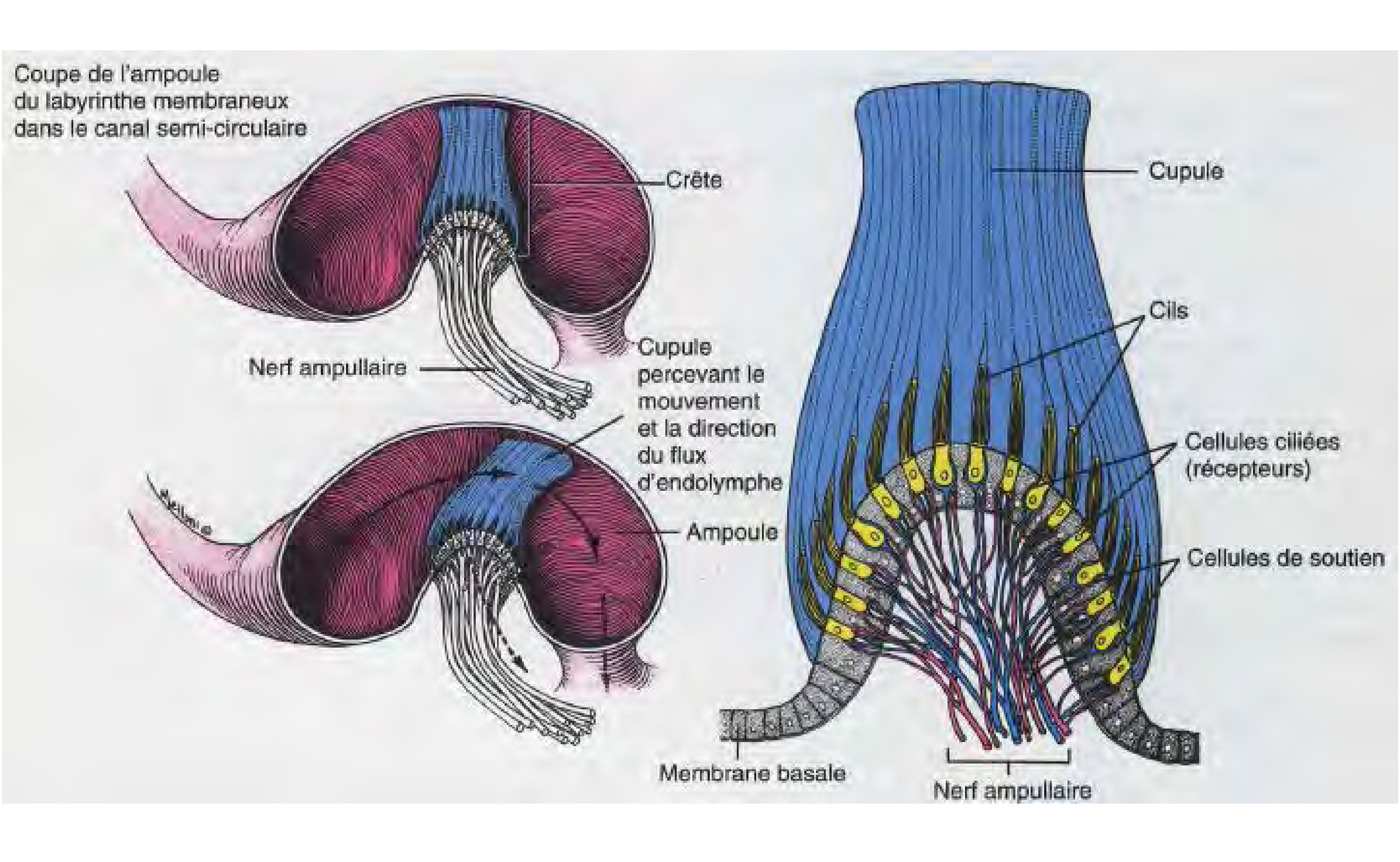
- Stimulation du noyau oculomoteur (noyau crânien du III) ipsilateral
- Contraction du muscle droit interne de l’œil gauche



THALAMUS

- L’appareil vestibulaire dont les recepteurs sont situes dans l’oreille interne


Fenêtre ronde (couverte par le tympan secondaire)
Conduit auditif interne
Os temporal
Canal semi-circulaire
Branche vestibulaire du nerf vestibulo-cochléaire (VIII)
Enclume
Marteau
Branche cochléaire du nerf vestibulo-cochléaire (VIII)
Antre mastoïdien
Cochlée
Conduit auditif externe
Lobule
Oreille moyenne
Tympan (membrane du tympan)
Trompe d'Eustache
Étrier dans la fenêtre ovale


Coupe de l'ampoule
du labyrinthe membraneux
dans le canal semi-circulaire
Crête
Nerf ampullaire
Cupule
percevant le
mouvement
et la direction
du flux
d'endolymphe
Ampoule
Cupule
Cils
Cellules ciliées
(récepteurs)
Cellules de soutien
Membrane basale
Nerf ampullaire

